



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA
UBERLÂNDIA, MINAS GERAIS



Semana 03b – Amplificadores **Operacionais**

SISTEMAS DE CONTROLE

Prof.: Éder Alves de Moura

Aluno: Pedro Paulo Costa Castro Alves – 11721ECP017

SETEMBRO, 2023

Assista aos vídeos, de 8 à 11 e produza um material explicando:

a) As características dos Amplificadores Ideais

Amplificadores Operacionais ideais têm como característica uma resistência de entrada (R_{in}) infinita, resistência de saída (R_{out}) nula e consequentemente um ganho (A) infinito, este que é dado como a razão da tensão de saída pela de entrada ($\frac{v_{out}}{v_{in}}$). A tensão de entrada é a diferença entre a entrada não inversora (v_+), e a inversora (v_-). No Amp-Op ideal consideramos que existe um curto virtual entre v_+ e v_- , tornando-os iguais. Também são indiferentes a variáveis que poderiam afetar o funcionamento de um componente físico como a temperatura.

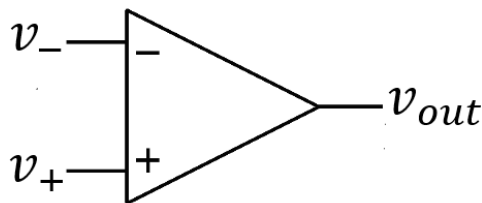


Figura 1: Representação esquemática de um Amp-Op

b) o funcionamento do seguidor de tensão e suas possíveis aplicações.

O Seguidor de Tensão, ou *Buffer*, é uma configuração onde v_- e v_{out} são curto-circuitados e v_+ recebe uma tensão v_{in} qualquer. Como $v_+ = v_-$ e nesse caso $v_- = v_{out}$, consequentemente $v_{out} = v_+$. A tensão de entrada será “copiada” da entrada para a saída do circuito, sua vantagem é que tendo uma alta resistência na entrada e baixa na saída, haverá um ganho de corrente, tornando essa configuração particularmente vantajosa como amplificador de corrente e casador de impedâncias.

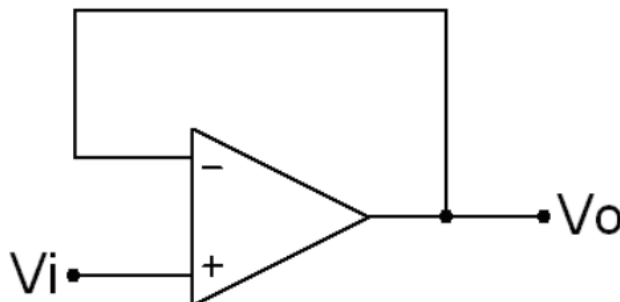


Figura 2: Amp-Op em configuração "Buffer".

c) Amplificador Subtrator

O Amplificador subtrator recebe como entrada dois valores de tensão e tem como saída a diferença entre eles ($v_2 - v_1$), ponderada pelos valores dos resistores empregados na montagem do circuito.

Assim temos que: $v_{out} = v_2 \cdot \frac{R_4 \cdot (R_1 + R_2)}{R_1 \cdot (R_3 + R_4)} - v_1 \cdot \frac{R_2 \cdot (R_1 + R_2)}{R_1 \cdot (R_1 + R_2)}$

(1)

Para o caso particular que $R_1 = R_2 = R_3 = R_4$, então: $v_{out} = v_2 - v_1$

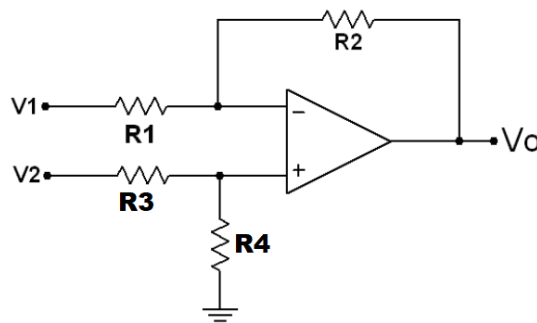


Figura 3: Amp-Op Subtrator.

Para os exemplos citados na questão anterior, construa um exemplo e sua simulação no SimulIDE. Apresente os prints da simulação e o desenvolvimento matemático.

Seguidor de Tensão (Buffer)

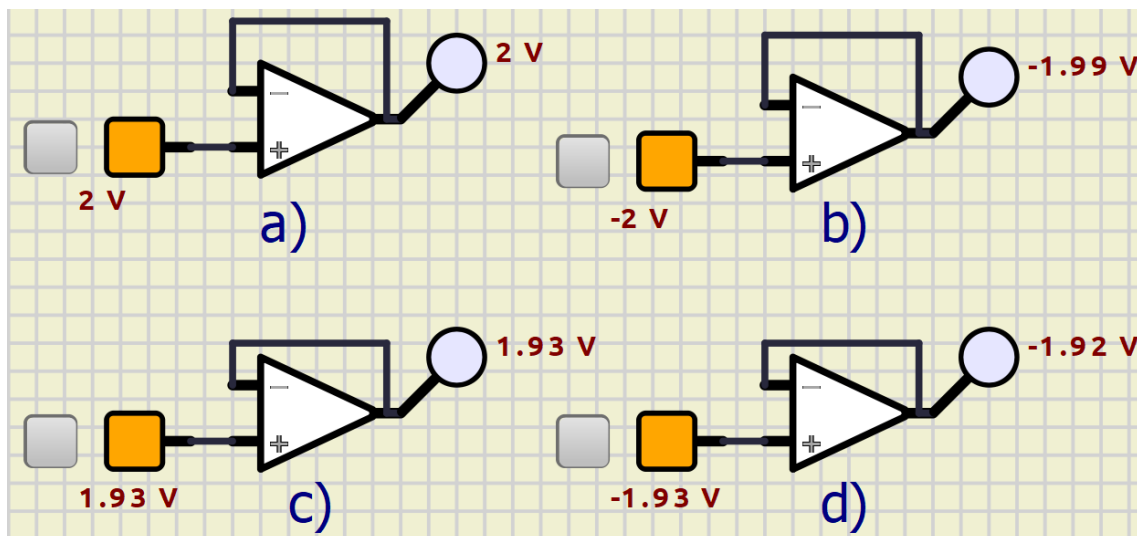


Figura 4: Simulação do Amp-Op Buffer para valores de tensões inteiros positivos e negativos (a e b) e frações positivas e negativas (c e d).

Para os circuitos buffer com diferentes tipos de entrada observamos que $v_{out} \approx v_+$, condizendo com a teoria.

Amplificador Subtrator

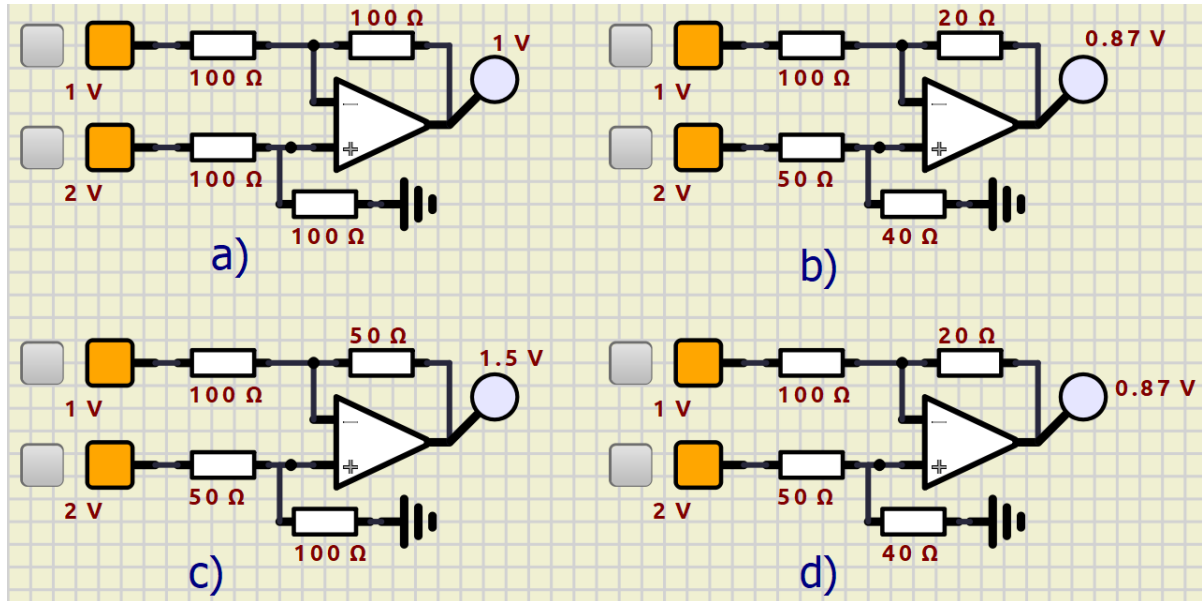


Figura 5: Simulação do Amp-Op Subtrator com diferentes valores de R .

Em todos os circuitos temos como entrada $v_2 = 2$ e $v_1 = 1$.

O circuito em a) é o caso particular onde $R_1 = R_2 = R_3 = R_4$, logo $v_{out} = 1$

Em b) temos $R_1 \neq R_2 \neq R_3 \neq R_4$, pela Eq. 1:

$$v_{out_b)} = 2 \cdot \frac{40 \cdot (100 + 20)}{100 \cdot (50 + 40)} - 1 \cdot \frac{20}{100} \approx 0.87v$$

Em c) temos $R_1 = R_4$; $R_2 = R_3$, pela Eq. 1:

$$v_{out_c)} = v_2 - v_1 \cdot \frac{50}{100} = 1.5v$$

Veja os vídeos relativos às aulas 10 e 11 da playlist apresentada e produza um resumo detalhado, sobre as diferenças entre os Amplificadores Operacionais ideais e não ideais.

- Recapitulando o que foi expresso na questão a) (As características dos Amplificadores Ideais), para um amplificador real R_{in} e R_{out} não serão infinitas e zero respectivamente, mas próximos de valores muito grandes ou muito pequenos, o ganho A por conseguinte também será grande, mas não infinito. Um amplificador operacional real é constituído principalmente de transistores bipolares de junção, sendo que v_{in-} e v_{in+} são conectados diretamente à base de

alguns deles. No Amp-Op ideal considerávamos essas tensões iguais, pois tendo transistores iguais pode-se presumir que a tensão de polarização direta da base será a mesma, entretanto na realidade o que se observa é que esses valores podem ser próximos, mas se tratando de semicondutores reais e que são afetados pela variação da temperatura por exemplo, haverá uma pequena diferença entre eles que se comprova quando os curto circuitamos e observamos que na saída a tensão não é zero, o que deveria acontecer idealmente, para mitigar esse problema o Amp-Op tem uma entrada “Offset” onde através de um resistor ou um potenciômetro se ajusta a tensão de curto para zero. No circuito também existem capacitores, o que implica na existência de efeitos capacitivos como o RC ou diferentes comportamentos do circuito para certas frequências.

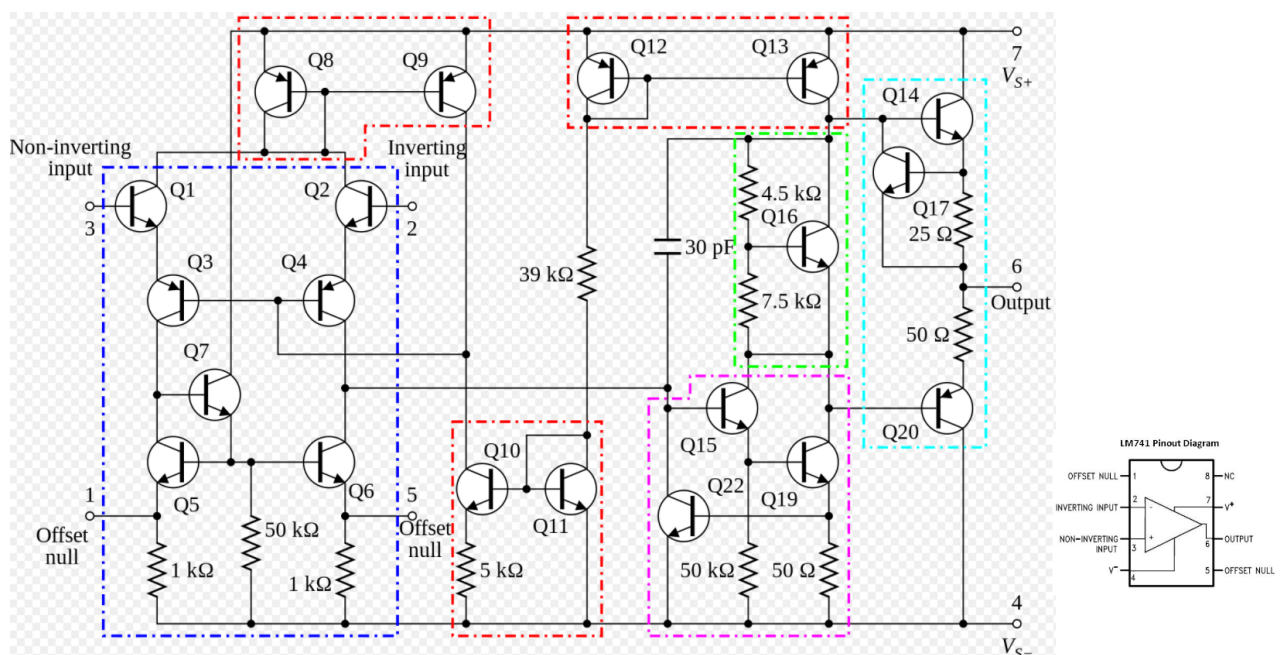


Figura 6: Circuito do Amp-Op LM741 e seu encapsulamento.